

лов научно-практической конференции.

Получено 29.08.2005

УДК 721.011.012 : 699.887 : 658.5

В.І.ТОРКАТЮК, д-р техн. наук, О.Л.СИДОРЕНКО, д-р соц. наук,  
Д.В.СОКОЛОВ, Н.М.ЗОЛотоВА, О.М.НЕВЕРЧУК, А.Л.ШУТЕНКО,  
О.Л.ДАНИЛЕНКО, О.Ю.ПРИЖКОВА, Н.М.БОГДАН  
*Харківська національна академія міського господарства*

## **ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ МІСЬКОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ ВІД РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

Розглядається і пропонується система розрахунків рівнів гамма-фону в приміщеннях будівельних об'єктів міського житлового фонду з метою формування комплексної системи організаційно-технологічних і технічних заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки в міському житловому фонді. Цю проблему рекомендується вирішувати шляхом розгляду, дослідження, аналізу і пропозицій методичних основ розрахунку рівнів гамма-фону в приміщеннях будівельних об'єктів, оцінки захисних властивостей будівельних матеріалів від іонізуючих випромінювань, радіаційного контролю на підприємствах будіндустрії, оцінки захисту від іонізуючого випромінювання в житлових будівлях при використанні нових будівельних матеріалів.

Важливим завданням екологічного і соціального розвитку України є здійснення заходів, спрямованих на покращення умов життя населення, в тому числі на поліпшення якості сучасного житлового середовища.

Гігієнічне обґрунтування оптимальних умов житлового середовища, комплексна оцінка перспективних шляхів підвищення його якості з метою попередження захворювань людей, спричинених дією негативних хімічних і фізичних факторів антропогенного походження, складають основу вирішення актуальної проблеми зміцнення здоров'я населення великих міст, оскільки призведені урбанізацією зміни навколишнього середовища значною мірою зумовлюють негативні зрушення у стані здоров'я міського населення.

В умовах переходу України до ринкових економічних відносин стихійне зростання окремих міст (процес урбанізації) призводить до небезпечної концентрації населення: на десятках квадратних кілометрів збираються десятки мільйонів людей. Це породжує нові проблеми: забезпечення житлом мільйонів сімей, які переселяються в місто: розчищення бідних не впорядкованих передмість; забезпечення міст прісною водою, дефіцит якої все гостріше відчувається в багатьох промислових районах земної кулі; боротьба з серцево-судинними, онкологічними і нервово-психічними захворюваннями, зумовленими незадові-

льними житловими умовами, забрудненням навколишнього середовища, напруженим ритмом сучасного міського життя, зростаючою злочинністю тощо.

Але крім цих проблем населення сучасних міст зіткнулося з проблемою, про яку раніше і не здогадувалося. Це проблема радіаційної безпеки. Якщо декілька десятиліть ми готували себе до захисту від ядерних вибухів, останні десятиріччя XX ст. боролися з наслідками Чорнобильської трагедії, то на початку XXI ст. ми усвідомили, що нас опромінюють природні джерела і не де-небудь в горах чи далеко від міста, а безпосередньо там, де ми найбільше знаходимося – у житлових будинках і приміщеннях, де мешкаємо.

Проблема радіаційного опромінення від природних джерел, особливо від матеріалів, що є в приміщеннях житлових будинків, останнім часом привертає все більшу увагу.

Від усіх природних джерел опромінення людина одержує в середньому еквівалентну дозу, що становить 2,4 мЗв/рік. Майже половину цієї дози спричиняють радіоактивні гази – радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) і торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) та їх дочірні продукти розпаду (ДПР і ДПТ).

Основну дозу опромінення людина отримує, дихаючи повітрям у приміщеннях, де концентрація радону в 6-8 разів вища, ніж у зовнішньому повітрі.

Джерелами радону і торону є радіонукліди уранового і торієвого природних рядів – радію-226 і радію-224, що скрізь є в ґрунті, гірських породах, ґрунтових водах і будівельних матеріалах. Радіоактивні гази потрапляють в житло переважно з ґрунту, на якому стоїть фундамент будівлі, а також з матеріалів, що використовуються для будівництва.

Мешканці будинків, де створилися умови для накопичення радону й торону, можуть отримати індивідуальні дози опромінення легенів, що досягають загрозливої дози – 1 Зв/рік - при дозовій межі для легенів людини (відповідно до норми радіаційної безпеки, НРБ-76/87) 0,015 Зв/рік.

Невипадково в ряді країн – Швеції, Фінляндії, Данії, Великобританії, США, Канаді – вже близько 10 років за державними програмами ведуться роботи з метою виявлення і оздоровлення таких будинків. Тільки у Великобританії було виявлено 20 тисяч будинків, де доза на легені їх мешканців була вища, ніж 0,165 Зв/рік. При збільшенні в житлі еквівалентної концентрації радону від 150 до 7400 Бк/м<sup>3</sup> ризик смерті від раку легенів зростає в 3-75 разів (за даними американських дослідників) порівняно з природною частотою.

Тільки ці стислі дані дають змогу пересвідчитися в актуальності проблеми. На жаль, в Україні широкомасштабні пошуки несприятли-

вих за радіаційним фактором житлових будинків почалися порівняно нещодавно. Це стосується і нашого міста – Харкова. Про важливість цього питання наголошується в розпорядженні Харківської обласної держадміністрації "Про розробку Регіональної програми з оцінки технічного стану об'єктів господарського комплексу області та подовження їх ресурсу" №502 від 6 серпня 2001 р.

Про цю проблему наголошується і в "Програмі розвитку і реформування житлово-комунального господарства м. Харкова на 2003-2010 рр." [1 с.99]

Публікації, які мають місце на сьогодні [2-4], не в повній мірі висвітлюють проблеми захисту населення від іонізуючого випромінювання.

Незважаючи на актуальність цієї проблеми, вона ще не знайшла наявного відображення в науковій літературі, що не відповідає сучасним вимогам до житлового фонду міст [5] і вимагає свого негайного вирішення.

Виходячи з цього, метою даної роботи є розробка науково обгрунтованої методики розрахунку рівнів гама-фону в приміщеннях будівельних об'єктів міського житлового фонду.

Будівельне виробництво є результатом творчої діяльності людини, в результаті чого створюється продукція капітального будівництва [6]. Тому що на кожному його етапі [5] людина може вплинути на величину радіаційних параметрів будівельної продукції, що будується. У нормах радіаційної безпеки України (НРБ-97) [7] для джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) будівельного виробництва поряд з допустимими значеннями контрольованих радіаційних параметрів ще введені їхні контрольні рівні, значення яких повинні встановлюватися з урахуванням ефективності захисних заходів щодо їхнього зменшення. Запропонована система контролю будівельного виробництва для регулювання рівня радіаційної безпеки об'єктів будівництва, що охоплює всі іонізуючі джерела та етапи виробництва й відповідає вимогам НРБУ-97, подана на рис.1.

Регулювати радононадходження з підстеляючого ґрунту треба ще з початкового етапу проектування будинку на основі вивчення фізико-механічних і радіаційних параметрів земельної ділянки, відведеної під будівництво.

Значення вихідних даних, необхідних для розв'язання завдань дослідження, можна отримати шляхом:

✓ прямих вимірів питомої активності радію-226 ( $A_{\text{numRa}}$ ), коефіцієнта еманування радону ( $\eta$ ), щільності ґрунту ( $\rho$ ) і швидкості екс-

халляції радону ( $g_{ексх}$ );

✓ непрямих вимірів пористості ґрунту ( $n$ ) і довжини дифузії радону в ґрунті ( $l_{диф}Ra$ );

✓ розрахункових методів визначення швидкості ексхалляції радону ( $g_{ексх}$ ) і використання статистичних даних про регіональний контрольний рівень (РКР).

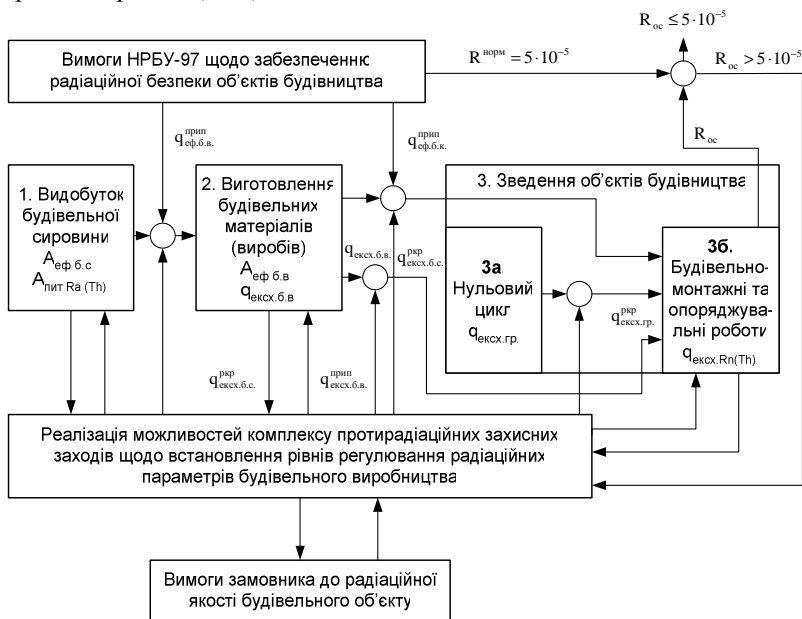


Рис.1 – Структурна схема системи радіаційного контролю будівельного виробництва для управління рівнем радіаційної безпеки

Запропонована В.П.Чесановим [8, 9] методика вирішення поставлених завдань з урахуванням стану досліджень радонової проблеми, наприклад, в м.Дніпропетровську ґрунтується на рекомендаціях МКРЗ з комплексного використання даних геологічного і радіаційно-гігієнічного підходів до забезпечення радіаційної безпеки об'єктів будівництва. Надходження радону з ґрунту, що підстилає будинок, у повітря приміщень має дифузійний характер. Це обумовлює розповсюдження радону в них і викликає спрямований рух його молекул. Через одиничну площадку ДІВ (підстеляючий ґрунт, будівельні матеріали огорожуючих конструкцій) за одиницю часу відбувається спрямоване пе-

ренесення маси радону активністю  $j$ , Бк/м<sup>2</sup>, яка визначається за законом Фіка:

$$j = b \times \nabla A_{v_{Rn}}, \quad (1)$$

де  $\nabla A_{v_{Rn}}$  – зменшення об'ємної активності радону на одиницю довжини, Бк/м<sup>4</sup>;  $b$  – коефіцієнт дифузії, м<sup>2</sup>/с.

Процес випромінювання радону порами ґрунту і надходження його в атмосферне повітря і повітря приміщення описується однимірним рівнянням дифузії, розв'язання якого привело до одержання розрахункових залежностей для об'ємної активності радону в повітрі приміщення, що створюється надходженням його з ґрунту,

$$A_{v_{Rn_{прим}}}(x) = A_{v_{Rn_{гп}}^{max}} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{x}{l_{диф}}\right) \right], \quad (2)$$

і швидкості ексхаляції радону з ґрунту:

$$g_{exhc.гп} = A_{numRa} \times \eta \times \rho \times \lambda_{cRn} \times l_{дифRn}, \quad (3)$$

де  $l_{дифRn} = \sqrt{\frac{b}{\lambda_{oRn} \times n}}$  – довжина дифузії радону в ґрунті;  $x$  – відстань від ґрунту, м;  $A_{numRa}$  – питома активність радію-226 у ґрунті, Бк/кг;  $\rho$  – щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta$  – коефіцієнт еманування радону в ґрунті;  $\lambda_{cRn}$  – постійна розпаду радону, с<sup>-1</sup>;  $b$  – коефіцієнт дифузії радону в ґрунті, м<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>;  $n$  – пористість ґрунту.

Створювана іонізуючими джерелами об'ємна активність радону в повітрі приміщення визначається співвідношенням

$$A_{v_{Rn_{прим}}}(x) = \frac{g_{exhc.гп} \times S_{підл}}{(\lambda_{oRn} + \lambda_{г}) \times v_{прим}} + \frac{\sum_{i=1}^n g_{exhc.ок_i} S_{ок_i}}{(\lambda_{oRn} + \lambda_{г}) \times v_{прим}} + A_{v_{Rn}^{атм}}, \quad (4)$$

де  $S_{підл}$ ,  $S_{ок_i}$  – площа підлоги та її огорожуючої конструкції приміщення відповідно, м<sup>2</sup>;  $v_{прим}$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;  $\lambda_{г}$  – кратність повітрообміну в приміщенні, с<sup>-1</sup>;  $A_{v_{Rn}^{атм}}$  – об'ємна активність радону в атмосферному повітрі, Бк/м<sup>3</sup>.

Величину швидкості ексхаляції радону з іонізуючих джерел розраховують на основі визначення їх фізико-механічних і радіаційних

параметрів. Вірогідність отриманих розрахункових значень радононадходження з іонізуючих джерел ( $g_{есхс.гр}$ ,  $g_{есхс.ок_i}$ ) і створюваної в приміщеннях будинку  $A_{V_{нтрим}}$  оцінюють порівнянням з результатами натурних вимірів цих параметрів.

Встановлення величини радононадходження з підстеляючих ґрунтів на території об'єкта дослідження вимагає знання геологічних структур ґрунтів і методів визначення фізико-механічних і радіаційних параметрів ґрунтів, що впливають на величину радононадходження у повітря приміщень.

Радононадходження з ґрунту у повітря приміщень будинку пропонується розраховувати з глибини  $h_{надх}$ , м:

$$h_{надх} = h_{котл} + 5l_{дифRn}. \quad (5)$$

Тут  $h_{котл}$  – глибина котловану для влаштування фундаменту будинку, м;  $l_{дифRn}$  – довжина дифузії радону в ґрунті.

Визначення фізико-механічних і радіаційних параметрів ґрунтів проводять різними методами (прямими і непрямими вимірами, розрахунковим шляхом використання статистичних даних). Як показали дослідження [8-10], швидкість ексхаляції радону з підстеляючих ґрунтів на території м. Дніпропетровська змінюється в широкому діапазоні – від 1,2 до 49,7 мБк/(м<sup>2</sup>·с). Натурні виміри швидкості ексхаляції радону з підстеляючих ґрунтів свідчать, що розрахункові значення тут відрізняються від результатів вимірів не більше ніж на 14-25%.

Для повної характеристики радононадходження з підстеляючих ґрунтів міста необхідно знати площі, які займають типові ділянки на кожному з прийнятих рівнів градації швидкості ексхаляції радону. Результати їх розрахунку наведені на рис.2.

Знання величин швидкостей ексхаляції радону з підстеляючих ґрунтів та їх розподілу по території дозволило побудувати карту радононадходження з ґрунтів м. Дніпропетровська [11].

Для врахування джерел радононадходження у будівельному виробництві в системі радіаційного контролю треба встановити припустимі значення швидкості ексхаляції радону з ґрунту ( $g_{есхс.гр}^{прим}$ ) і з огорожуваних конструкцій ( $g_{есхс.ок}^{прим}$ ), що відповідали б радіаційно-гігієнічним вимогам НРБУ-97 [7]. Основою для цього є допустиме значення еквівалентної рівноважної об'ємної активності радону в пові-

трі приміщень будинку  $EPOA_{Rn\text{ прим}}^{прим} \leq 50 \text{ Бк/м}^3$  і знання внеску джерел радононадходження ДІВ у створювану концентрацію (66% – ґрунт, 30% – огорожуючі конструкції, 4% – атмосферне повітря):

$$g_{\text{ексх.зр}}^{прим} = \frac{EPOA_{Rn\text{ прим}}^{прим} \times 0,66 \times \lambda_{\text{в}}}{F_o \times 0,37} = 2,5 \times 10^{-2} \frac{\text{Бк}}{\text{м}^2 \times \text{с}}; \quad (6)$$

$$g_{\text{ексх.ок}}^{прим} = \frac{EPOA_{Rn\text{ прим}}^{прим} \times 0,3 \times \lambda_{\text{в}}}{F_o \times 1,66} = 3 \times 10^{-3} \frac{\text{Бк}}{\text{м}^2 \times \text{с}}, \quad (7)$$

де  $\lambda_{\text{в}}$  – кратність повітрообміну в приміщенні будівлі,  $\text{с}^{-1}$  ( $\lambda_{\text{в}} = 2,75 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ );  $F_o$  – коефіцієнт рівноваги ( $F_o = 0,5$ )

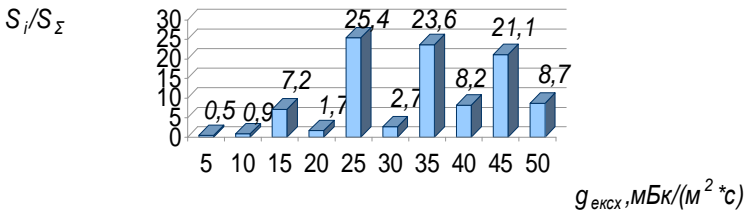


Рис. 2 – Відносна площа ґрунтів на території м.Дніпропетровська з урахуванням їх радоновиділення в повітря приміщень будівель

Встановлені допустимі значення швидкостей ексхалції радону з джерел дозволяють оцінити ступінь радононебезпеки досліджуваної території і будівельних матеріалів. Вони рекомендовані до внесення в діючі нормативні документи. Аналіз карти радононадходження м. Дніпропетровська показав, що близько 68% території займають ґрунти з  $g_{\text{ексх.зр}} > 25 \text{ МБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Відповідно до принципів НРБУ-97, при будівництві будинків на ґрунтах з  $g_{\text{ексх.зр}} \geq 25 \text{ МБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  і використанні будівельних матеріалів для огорожуючих конструкцій з  $g_{\text{ексх.ок}} \geq 3 \text{ МБк}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  слід обов'язково використовувати протирадонові захисні заходи.

Для розрахунків рівнів гамма-фону в приміщеннях будівельних об'єктів, що формується випромінюванням огорожі, використаємо відома спів відношення В.Л.Чесанова [10]. Але при цьому додатково

введемо поправку на зовнішній гамма-фон, космічне випромінювання та коефіцієнт запасу, що враховує частку інших (крім бетону) матеріалів будівельного об'єкта.

Математична модель С.П.Броневицького [12] для приміщення будівельних об'єктів, поданих у вигляді паралелепіпеда з випромінюючими стінами кінцевої товщини, можна відобразити такою аналітичною залежністю:

$$D_{пр.γ} = 12ξ \times k_γ (C_{эф} \times \rho \times R) \ln S \varepsilon \alpha + D_{κ} \times K_{κ}. \quad (8)$$

де  $D_{пр.γ}$  – рівень гамма-фону у приміщенні, мкР·год<sup>-1</sup>;  $k_γ$  – іонізаційна гамма-постійна, Р·см<sup>2</sup>·МКі<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>;  $ξ$  – об'ємна щільність джерела випромінювання ( $C_{эф} \cdot \rho$  (Бк·м<sup>-3</sup>), де  $C_{эф}$  – сумарна активність природних радіонуклідів (СА ПРН) у будівельних матеріалах,  $\rho$  – густина матеріалу;  $R$  – товщина огорожі, см,  $\ln S = 1,5$ ;  $D_{κ} \times K_{κ}$  – космічна компонента гамма-фону;  $D_{зов}$  – зовнішній гамма-фон;  $\varepsilon$  – поправка на невипромінюючі прорізи (вікна, двері) у стінах приміщень;  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує частку ПРН в інших (крім бетону) матеріалах будинку (1,1-1,5 відповідно для серії АПВС і КТ).

За допомогою аналітичної залежності (8) можна визначати рівні гамма-фону в приміщеннях і теоретично знаходити СА ПРН ( $C_{эф}$ ) в одному кілограмі маси будівлі, при яких буде забезпечений норматив дози.

Показник  $C_{эф}$  для конструкцій в Бк·кг<sup>-1</sup> є радіаційною маркою. Марка бетону повинна вказуватися у проєкті і в замовленні заводу-виробникові. Радіаційна марка конструкцій встановлюється аналогічно марці на міцність: 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 370 Бк·кг<sup>-1</sup>.

Контрольні рівні радіаційних параметрів будівельних об'єктів встановлюють для оперативного керування колективною дозою з метою зниження дози іонізуючого випромінювання до можливо низького рівня, їх величина повинна бути меншою за основні дозові межі (нормативні рівні). Перехід від нормативних рівнів радіаційних параметрів до контрольних є одним з основних факторів, що впливають на ефективність системи радіаційного захисту (рис.3).

Для встановлення контрольних рівнів за допомогою співвідношення (1) визначають умовну залежність потужності експозиційної дози (ПЕД) від  $C_{эф}$  (табл.1).

Концепція контрольних рівнів повністю відповідає основним принципам радіаційної безпеки і забезпечує збереження нормативного



рівня радіаційного впливу на даній території (регіон, область, місто, будівельний об'єкт) та поліпшення радіаційної обстановки.

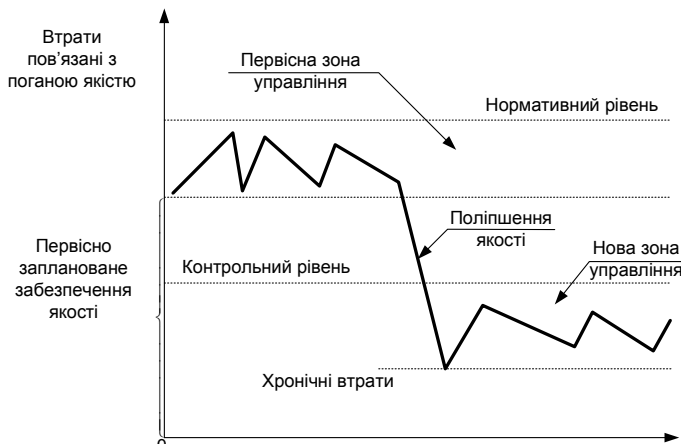


Рис. 3 – Принцип дії контрольних рівнів

Таблиця 1 – Співвідношення ПЕД і  $C_{сф}$  в приміщеннях будівельних об'єктів серій КТ і АПС

Об'єкти серій КТ і АПС ПЕД, мкР·год <sup>-1</sup>	Будівельні матеріали, СА ПРН (Бк·кг <sup>-1</sup> ) "Радіаційна марка"
65	370 (норма)
60	350
52	300
45	250
37	200
30 (норма)	150
22	100
14	50

Дані, наведені в табл.1, свідчать, що для дотримання нормативу ПЕД на будівельних об'єктах контрольні рівні СА ПРН в будівельних конструкціях не повинні перевищувати 150 Бк·кг<sup>-1</sup> (у середньому по об'єкту будівництва).

Перехід на роботу за системою контрольних рівнів виконують відповідно до проекту, розробку якого може здійснювати служба радіаційного контролю за рішенням будівельної організації. Цей проект передається на експертизу в місцевий орган санітарно-епідеміологічного нагляду і після позитивного висновку затверджується керівництвом будівельної організації. При перевищенні контрольних рівнів необхідно проводити розслідування причин службою радіаційного конт-

ролю з метою їх усунення.

Планомірне зниження контрольних рівнів дозволить досягти основної мети – зниження колективної дози опромінення в будівництві.

Контроль за надходженням радіоактивності в об'єкт слід починати на самому початку загального технологічного циклу і стежити за тим, щоб сумарна активність не перевищувала норматив (рис.4).

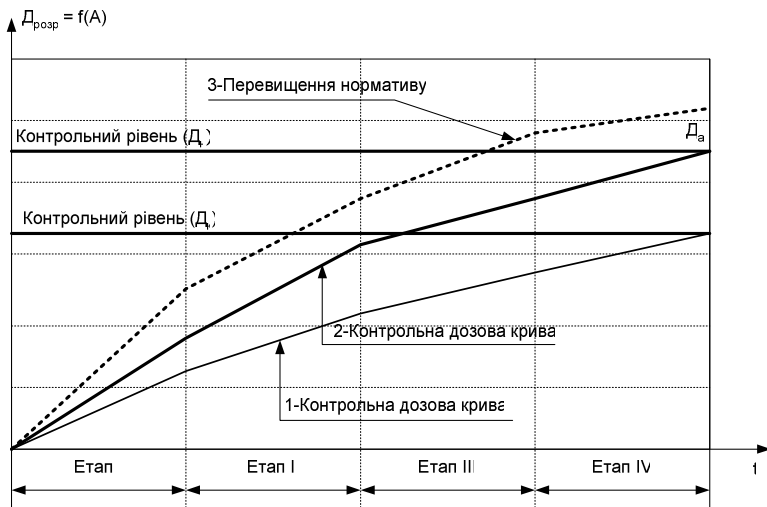


Рис. 4 – Формування дози в процесі будівельного виробництва

Технологічний цикл виробництва поділяється на чотири етапи: заготовлення сировини і матеріалів; виготовлення конструкцій; будівельне виробництво; експлуатація (період накопичення радону – один рік). На кожному з етапів будівництва об'єкта величини радіаційних параметрів мають бути такими, щоб очікувана доза в кожний момент часу була нижчою за нормативну дозу ( $D_n$ ) чи дорівнювала їй (радіаційні параметри повинні відповідати нормативам). Коли активність перевищує норматив, заходи до її зниження треба вживати терміново, до початку робіт наступного етапу.

Служба радіаційного контролю (РК) контролює дотримання нормативів радіаційного забруднення (крива 2), її функції обмежуються визначенням радіаційних параметрів на кожному етапі і порівнянням їх з нормативом. Ця служба повинна давати рекомендації тільки при перевищенні нормативів.

Функціональні можливості служби РК не забезпечують виконання одного з головних принципів радіаційної безпеки – зниження дози

опромінення до можливо низького рівня, а тому існує ризик перевищення нормативів аж до втрати готового будівельного об'єкта.

Більш досконалою є структура служби радіаційного контролю, яка працює із застосуванням методу контрольних рівнів. Поліпшення радіаційної якості тут досягається завдяки встановленню контрольних рівнів радіаційних параметрів на кожному з технологічних етапів будівельного виробництва для кожного з факторів опромінення.

Сьогодні день діють три варіанти служб РК в будівництві:

1. Служба РК – "Контроль нормативних рівнів". Лабораторія РК проводить контрольні вимірювання, результати контролю надає замовнику, який сам приймає рішення і реалізує їх на виробництві.

2. Служба РК – "Забезпечення нормативних рівнів". Структура цієї служби включає: пункти проведення контрольних вимірювань і відбору проб; лабораторію, що проводить контрольні дослідження і обробку інформації, яка надходить з пунктів РК, обмін даних про результати вимірювань, аналіз результатів і видачу актів про результати замовнику (при перевищенні нормативних рівнів дає рекомендації про захист будівельного об'єкта). Служба передбачає видачу замовникові документації, якою підтверджується виконання (невиконання) нормативних рівнів радіаційних параметрів.

3. Служба РК – "Встановлення контрольних рівнів". Ця служба передбачає дослідження об'єктів і видачу документації, що підтверджує виконання (невиконання) нормативних і контрольних рівнів радіаційних параметрів. Результати вимірювань систематично заносять у банк даних (ПЕОМ), обробляють і аналізують. Завдяки цьому розробляються рекомендації замовникові про встановлення чи зміну контрольних рівнів радіаційних параметрів (рис.5).

Структура служби РК залежить від функцій, які на неї покладаються, а саме: вимірювання рівнів СА ПРН в будівельних матеріалах; контроль потужності експозиційної дози зовнішнього гамма-випромінювання (ПЕД); контроль середньорічної рівноважної еквівалентної концентрації (ЕРК) радону-222 в повітрі приміщень.

Основною функцією системи контролю є нагляд за дотриманням нормативних чи контрольних рівнів, основним критерієм оптимальності роботи є мінімум колективної ефективної еквівалентної дози.

У випадках перевищення нормативних рівнів обов'язково, а при перевищенні контрольних рівнів рекомендовано застосовувати засоби зниження рівнів радіації, тобто захисту будівельних об'єктів.

Для зниження у-випромінювання ПРН в будівельних матеріалах і конструкціях необхідно розробляти захисні засоби. До них відносяться: відмова від використання уже споруджених будівель; вилучення з

них конструктивних елементів, конструкцій з підвищеною кількістю ПРН; заміна будівельними матеріалами з малим ПРН; змішування високоактивних матеріалів.

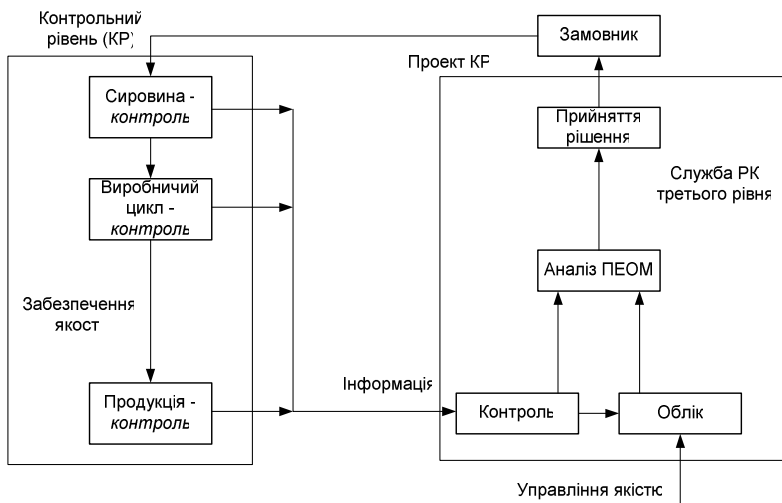


Рис.5 – Служба РК – “Встановлення контрольних рівнів”

Отже, необхідно, по-перше, вивчити питому активність ПРН, будівельних матеріалів, по-друге, за питомою активністю ПРН встановити радіаційно-гігієнічний клас і, по-третє, провести їх паспортизацію, тобто визначити галузь використання в будівництві. При цьому треба прагнути до того, щоб матеріали, які використовуються в будівництві, мали найменшу питому активність ПРН.

Як показали дослідження [9, 13], перевищення допустимих доз для значної групи населення відбувається за рахунок дочірніх продуктів радону, що накопичуються в повітрі приміщень. Тому в багатьох країнах прийняті критерії, необхідні для розробки захисних заходів. Так, у США при середньорічній еквівалентній рівноважній об'ємній активності до 40 Бк/м<sup>3</sup> розробка захисних засобів не вимагається; при активності від 40 до 190 Бк/м<sup>3</sup> засоби можуть бути рекомендовані; при активності більше ніж 190 Бк/м<sup>3</sup> засоби необхідні для забезпечення безпеки життєдіяльності людей.

Як захисний засіб захисту від дочірніх продуктів ізотопів радону можна з успіхом використовувати полімерні матеріали, емульсійні й масляні фарби, системи вентиляції, що забезпечують належний повітрообмін.

Більшість полімерних матеріалів, навіть тонкі плівки, є погано проникними для радону, тому застосування миючих сортів шпалер може значно знизити швидкість ексхаляції  $^{222}\text{Rn}$  і повністю  $^{220}\text{Rn}$  із стін. Швидкість ексхаляції радону можна також суттєво зменшити покриттям стін і стель емульсійними і масляними фарбами.

Швидкість надходження радону з ґрунту під будівлею можна зменшити шляхом герметизації підлоги і провітрювання (вентиляції).

1. Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства м. Харкова на 2003-2010 рр. (Колектив авторів під керівництвом Шутенка Л.М., Бабасва В.М., Семенова В.Т.) – Харків: ХДАМГ, 2003. – 208 с.

2. Торкатюк В.И., Гордиенко В.П., Титарь В.П. Лазерная техника в строительстве. – К.: Будівельник, 1981. – 60 с.

3. Лушкін В.А., Торкатюк В.І., Коржик Б.М., Ачкасов А.С., Николаенко Л.Ф. Безпека життєдіяльності. – Житомир, 2001. – 672 с.

4. Торкатюк В.И., Марюхин В.Н., Денисенко А.П. Основные виды травматизма и профессиональных заболеваний, возникающих при работе с лазерной техникой // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.30. – К.: Техніка, 2001. – С. 275-278.

5. Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы). – Харьков: Майдан, 2002. – 1053 с.

6. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия / Торкатюк В.И., Дмитрук И.А., Стадник Г.В. и др.; Под общ. ред. д.т.н. проф. В.И.Торкатюка. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 552 с.

7. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К.: МОЗ, 1997. – 121 с.

8. Чесанов В.П. Источники ионизирующего излучения, определяющие величину дозы облучения человека // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Вип.9. – Дніпропетровськ: ПДПБтаА, 2001. – С.57-61.

9. Чесанов В.П. Оценка параметров подстилающих грунтов г.Днепропетровска, определяющих величину их радоновыделения в воздух помещений зданий // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып.11. – Днепропетровск. ПГАСиА. 2000. – С.252-256.

10. Чесанов В.П. Оценка системы радиационного контроля строительного производства на соответствие требованиям НРБУ-97 // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып.13. Днепропетровск: ПГАСиА. 2000. – С.29-31.

11. Чесанов В.П., Мороз Н.П. Урбоекология. – Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2001. – 159 с.

12. Броневицкий С.П. Організація служб радіаційного контролю в будівництві. – К.: КДТУБА, 1995. – 12 с.

13. Броневицкий С.П. Організація радіаційного захисту будівельних об'єктів від іонізуючого випромінювання. – К.: КДТУБА, 1995. – 8 с.

14. Броневицкий С.П. Організація будівництва в умовах глобальних аварійних ситуацій. – К.: КДТУБА, 1995. – 8 с.

Отримано 22.08.2005